

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Pengembangan media pembelajaran robotika yang dikembangkan berdasarkan langkah-langkah pengembangan model ADDIE. Langkah-langkah pengembangan model ADDIE meliputi analyze (menganalisa), design (perencanaan), develop (mengembangkan), implement (menjalankan), evaluate (evaluasi). Hasil dari pengembangan media pembelajaran robotika adalah prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger. Media pembelajaran terdiri dari perangkat alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger, buku panduan, labsheet dan modul materi.

1. Hasil Pengembangan Media Pembelajaran

a. Perangkat Spy Cam berbasis Raspberry Pi Zero W

Komponen utama pada perangkat spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger terdiri dari mikrokontroler raspberry pi zero w sebagai perangkat kendali sistem keseluruhan, Sensor PIR sebagai perangkat pendeteksi gerakan dan Modul Raspberry Pi Zero W Cam Pi sebagai perangkat pengambil gambar. Hasil akhir dari perangkat spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dapat dilihat pada gambar 35.



Gambar 35. Bentuk Spy Cam berbasis Raspberry Pi

Mikroprosesor yang digunakan untuk mengatur semua proses yang akan dilakukan digunakan Raspberry Pi Zero W. Untuk melakukan deteksi adanya suatu gerakan digunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*). Modul Camera Pi Camera digunakan untuk mengambil gambar atau foto kondisi saat itu berdasarkan kepekaan dan jangkauan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dalam mendeteksi suatu gerakan. Data yang berupa gambar atau foto kondisi ruangan yang di tangkap oleh Pi Camera dengan format .jpg akan dikirimkan ke akun telegram pemilik atau pengguna dengan catatan alat harus terhubung dengan koneksi wifi yang memiliki konektifitas internet.

b. Buku Panduan

Buku panduan media pembelajaran digunakan sebagai panduan dalam proses pembelajaran robotika. Isi dari buku panduan terdiri dari 2 bagian. Bagian pertama berisi pengenalan yang terdiri dari profil tugas akhir skripsi, kajian teori, pengenalan alat, fitur alat, daftar perangkat yang digunakan dan bagian-bagian

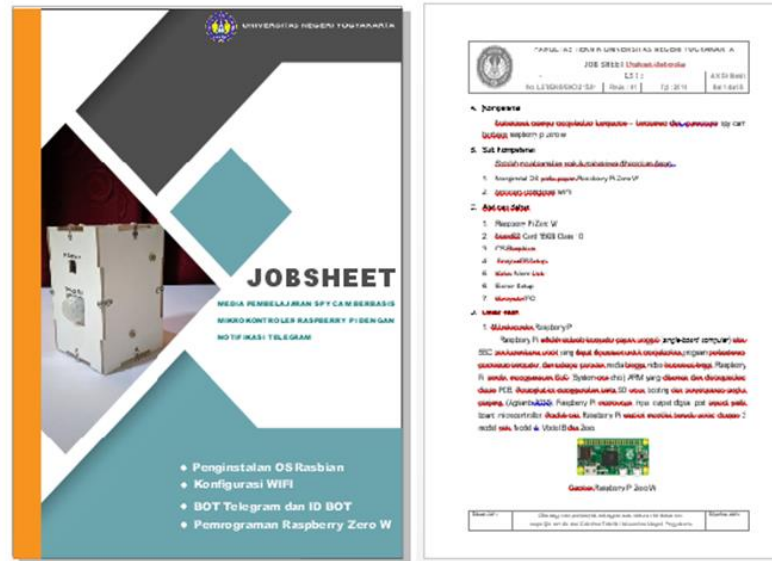
dari perangkat Spy Cam berbasis mikrokontroler raspberry pi zero w dengan notifikasi Aplikasi Telegram Messenger. Bagian kedua berisi petunjuk pengoperasian yang terdiri dari persiapan dan pemrograman yang harus dilakukan. Tampilan dari buku panduan dapat dilihat pada gambar 36.



Gambar 36. Buku Panduan Media Pembelajaran

c. Jobsheet

Jobsheet pada praktik robotika dengan menggunakan media pembelajaran Spy Cam berbasis Raspberry Pi Zero W dengan notifikasi Aplikasi Telegram Messenger mempunyai 2 Jobsheet. Pada jobsheet pertama diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan komponen – komponen dari purwarupa spy cam berbasis raspberry pi zero w. Sedangkan pada jobsheet kedua diharapkan agar mahasiswa mampu membuat dan menjalankan program Raspberry Pi dengan sesor pir dan Pi Camera dihubungkan ke Telegram Bot.



Gambar 37. Jobsheet Media Pembelajaran

B. Hasil Uji Coba Produk

Prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi cam dengan notifikasi telegram ini dilakukan dengan pengamatan pada unjuk kerja alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi cam dengan notifikasi telegram dalam merespon perubahan gerakan diteruskan dengan merekam gambar yang terjadi dan hasilnya akan diproses oleh program didalam Raspberry Pi Zero W untuk diolah data gambar yang terekam dan dikirim ke akun telegram chat id melalui Bot. Dilakukan pengukuran pada tegangan yang diukur saat alat digunakan, sehingga dapat dihasilkan perbandingan antara teoritis dan secara praktiknya.

1. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Fungsional (*Black Box*)

Pengujian fungsional atau black box adalah pengujian fungsional perangkat spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi

telegram. Pengujian ini dilakukan oleh mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta untuk menguji kesesuaian antara spesifikasi perancangan media pembelajaran dengan realisasi media pembelajaran yang telah dibuat. Pengujian Hasil pengujian fungsional atau black box dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujia Fungsional (*Black box*)

No	Pernyataan	Hasil	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
1	Fungsi Port USB VIN sebagai catu daya pada Raspberry Pi Zero W dapat berfungsi dengan baik	√	
2	Fungsi Pin 18 mode BCM pada Raspberry Pi Zero W yang digunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi Zero W dengan Sensor PIR dapat berfungsi dengan baik	√	
3	Fungsi Port kamera pada papan Raspberry Pi Zero W yang digunakan untuk menghubungkan Raspberry Pi Zero W dengan modul kamera Pi Cam dapat berfungsi dengan baik	√	
4	Fungsi Papan Raspberry Pi Zero W mampu mengolah data masukan sensor pir dan mengolah rekaman gambar foto dengan baik serta dapat meneruskan ke chat id tujuan dengan baik	√	

No	Pernyataan	Hasil	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
5	Fungsi Raspberry Pi tipe Zero W, sebagai perangkat kendali sistem keseluruhan dengan tegangan kerja 4.8 – 5 V 2A	√	
6	Fungsi Sensor PIR tipe infrared sebagai perangkat sensor gerak dapat merespon dengan baik perubahan gerakan pada area kerjanya	√	
8	Fungsi Perangkat Modul Camera Pi Cam dapat mengambil gambar setelah sensor PIR mendeteksi objek bergerak	√	
9	Fungsi Indikator Kamera dapat menyala ketika Perangkat Modul Camera Pi Cam mengambil gambar	√	
10	Fungsi Perangkat Modul Camera Pi Cam dapat menghasilkan data gambar dengan resolusi 2MP	√	
11	Fungsi Modul kamera Pi Cam sebagai perangkat pengambil gambar dengan tegangan kerja 4.9 -5V 2A	√	
12	Fungsi bot telegram dapat handle data yang masuk dari raspberry Pi Zero W untuk dapat diteruskan ke chat id tujuan akun telegram user.	√	
13	Akun telegram user dapat menerima gambar foto yang dikirimkan oleh bot telegram	√	

Berdasarkan hasil pengujian fungsional atau black box dapat disimpulkan bahwa perangkat spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi cam dengan notifikasi telegram dapat berfungsi dengan baik. Raspberry Pi Zero W dapat mengatur semua proses dengan baik. Sensor PIR dapat mendeteksi adanya objek bergerak sesuai dengan jarak jangkauan sensor PIR dalam mendeteksi gerakan. Modul camera pi camera dapat mengambil gambar setelah sensor PIR mendeteksi adanya objek bergerak. Bot telegram dapat handle data yang masuk dari Raspberry Pi Zero W untuk dapat diteruskan ke chat id tujuan akun telegram user. Akun telegram user dapat menerima gambar foto yang dikirimkan oleh bot telegram.

2. Hasil Pengujian Tegangan Pada Alat

Pengujian tegangan dilakukan untuk mengetahui tegangan yang ada pada perangkat sensor PIR, modul kamera pi camera, dan papan Raspberry Pi Zero W. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan alat ukur multimeter.

Tabel 11. Pengujian Tegangan

No.	Perangkat	Tegangan (V)
1.	Sensor Pir	4.8 Volt
2.	Modul Camera pi Camera	4.9 Volt
3.	Raspberry Pi Zero W	5 Volt

3. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Sensor PIR

Pengujian jarak jangkauan sensor PIR dilakukan untuk mengetahui perbandingan unjuk kerja sensor PIR dalam mendeteksi gerakan. Pengujian

dilakukan dengan pengamatan respon sensor PIR dengan gerakan berupa lambaian tangan dengan jarak tertentu.

Tabel 12. Pengujian Jarak Jangkauan Sensor PIR

Pengukuran Ke -	Jarak (M)	Keterangan
1	0.5	Mampu mendeteksi
2	1	Mampu mendeteksi
3	1.5	Mampu mendeteksi
4	2	Mampu mendeteksi
5	2.5	Mampu mendeteksi
6	3	Mampu mendeteksi
7	3.5	Mampu mendeteksi
8	4	Mampu mendeteksi
9	4.5	Tidak terdeteksi
10	5	Tidak terdedeksi

4. Hasil Pengujian Modul Kamera Pi Cam

Pengujian modul kamera Pi Cam dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja kamera dalam merekam gambar objek didepannya. Pengujian dilakukan dengan mengamati respon kamera dalam merekam gambar melalui gambar foto yang terkirim pada akun telegram user.

Tabel 13. Pengujian Modul Kamera Pi Cam

Pengukuran Ke -	Jarak Gerakan (M)	Respon Indikator Kamera	Keterangan Perekaman Gambar Foto
1	0.5	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
2	1	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
3	1.5	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
4	2	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
5	2.5	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
6	3	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
7	3.5	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
8	4	Indikator menyala	Gambar foto terkirim di akun telegram user
9	4.5	Indikator tidak menyala	Gambar foto tidak terkirim di akun telegram user
10	5	Indikator tidak menyala	Gambar foto tidak terkirim di akun telegram user

5. Hasil pengujian respon bot telegram

Pengujian respon bot Telegram dilakukan untuk mengetahui repon bot telegram dalam handle data yang masuk dari raspberry Pi Zero W untuk dapat diteruskan ke chat id tujuan akun telegram user. Pengujian respon bot telegram dilakukan dengan mengamati data gambar foto yang masuk ke akun telegram.

Tabel 14. Hasil Pengujian Respon Bot Telegram

Pengukuran Ke -	Jarak Gerakan (M)	Respon Bot Telegram	Keterangan
1	0.5	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 4 detik
2	1	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 3 detik
3	1.5	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 4 detik
4	2	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 5 detik
5	2.5	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 4 detik
6	3	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 5 detik
7	3.5	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 4 detik
8	4	Mengirim data	Gambar foto terkirim dengan jeda waktu 4 detik
9	4.5	Tidak mengirim data	Gambar foto tidak terkirim
10	5	Tidak mengirim data	Gambar foto tidak terkirim

6. Hasil Pengujian Sudut Sensitivitas Sensor PIR

Pengujian sudut sensitivitas sensor PIR dilakukan untuk mengetahui sudut optimal unjuk kerja sensor PIR dalam mendeteksi gerakan. Pengujian dilakukan

dengan pengamatan respon sensor PIR dengan gerakan berupa lambaian tangan dengan sudut tertentu. Jarak gerakan dari sensor PIR adalah sejauh 2 meter. Berdasarkan dengan tabel 12 diketahui bahwa jarak 2 meter masih dalam jangkauan sensor PIR dalam mendeteksi objek bergerak.

Tabel 15. Pengujian Sudut Sensitivitas Sensor PIR

Pengukuran Ke -	Sudut Posisi	Keterangan	
		Posisi Horizontal	Posisi Vertikal
1	30°	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
2	45°	Mampu mendeteksi	Tidak terdeteksi
3	60°	Mampu mendeteksi	Mampu mendeteksi
4	75°	Mampu mendeteksi	Mampu mendeteksi
5	90°	Mampu mendeteksi	Mampu mendeteksi
6	105°	Mampu mendeteksi	Mampu mendeteksi
7	120°	Mampu mendeteksi	Mampu mendeteksi
8	135°	Mampu mendeteksi	Tidak terdeteksi
9	150°	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

C. Analisa Data

1. Analisa Data Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi materi pada media pembelajaran dilakukan oleh dua orang dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Sebagai ahli materi satu adalah Ariadie Chandra Nugraha, St., MT dan sebagai ahli materi dua adalah Herlambang Sigit Pramono, S.T., M.Cs Hasil dari validasi materi dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Validasi Ahli Materi

Ahli	Butir Pertanyaan																				Jumlah
	Aspek Edukatif																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ahli Materi 1	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	73
Ahli Materi 2	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	66
Jumlah skor yang diperoleh																					139
Jumlah skor yang diharapkan																					160
Skor rata-rata																					69.5
Persentase (%)																					86.88
Kategori kelayakan																					Sangat Layak

Tabel 17. Kategori Kelayakan Aspek Edukatif menurut Ahli Materi

Interval Skor	Kategori
$X > 68$	Sangat Layak
$56 < X \leq 68$	Layak
$44 < X \leq 56$	Cukup Layak
$32 < X \leq 44$	Tidak Layak
$X \leq 32$	Sangat Tidak Layak

Tabel 18. Saran Ahli Materi

No	Ahli Materi	Komentar saran atau perbaikan
1	Ahli Materi 1	<ul style="list-style-type: none"> • Labsheet perlu disempurnakan langkah-langkah kerja diperjelas • Tugas pada labsheet sebaiknya berupa tugas pengembangan dari apa yang telah dicapai di labsheet sebelumnya • Penjelasan mengenai komponen perlu ditambah, bisa diletakkan manual atau di labsheet, misal perbedaan jenis-jenis Raspberry
2	Ahli Materi 2	<ul style="list-style-type: none"> • Petunjuk dibuat lebih detail • Langkah kerja labsheet dibuat untuk mencapai tujuan • Buat tabel hasil pengamatan untuk mengecek hasil praktik mahasiswa

Berdasarkan hasil pengujian kelayakan yang dilakukan oleh ahli materi ditinjau dari aspek edukatif mendapatkan skor sebesar 73 menurut ahli materi 1 dan skor sebesar 66 menurut ahli materi 2. Hasil keseluruhan pengujian yang dilakukan oleh kedua ahli media mendapatkan skor rata-rata sebesar 69.5.

Skor rata-rata yang diperoleh dari pengujian kelayakan materi yang dilakukan oleh kedua ahli materi selanjutnya dikonversi kedalam tabel kategori kelayakan yang ditunjukkan pada tabel 16. Berdasarkan tabel kategori kelayakan dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata 69.5 pada aspek edukatif berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase sebesar 86,88%. Data hasil dari analisis kelayakan media pembelajaran berdasarkan ahli materi dapat dilihat pada lampiran 6.

2. Analisa Data Hasil Validasi Ahli Media

Validasi media pembelajaran dilakukan oleh dua orang dosen Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Sebagai ahli media satu adalah Amelia Fauziah Husna, M.Pd. dan sebagai ahli media dua adalah Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd., M.Eng. Hasil dari validasi media dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 19. Hasil Validasi Ahli Media

Ahli	Butir Pertanyaan																								Jumlah		
	Aspek Keindahan								Aspek Teknis																Aspek Keindahan	Aspek Teknis	Jumlah Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Ahli Media 1	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	27	60	87
Ahli Media 2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	23	50	73
Jumlah skor yang diperoleh																								50	110	160	
Jumlah skor yang diharapkan																								64	128	192	
Rata-rata																								25	55	80	
Persentase (%)																								78.13	85.94	83.33	
Kategori Kelayakan																								Layak	Sangat layak	Layak	

Tabel 20. Kategori Kelayakan Aspek Keindahan Menurut Ahli Media

Aspek Keindahan	
Interval Skor	Kategori
$X > 27$	Sangat Layak
$22 < X \leq 27$	Layak
$18 < X \leq 22$	Cukup Layak
$13 < X \leq 18$	Tidak Layak
$X \leq 13$	Sangat Tidak Layak

Tabel 21. Kategori Kelayakan Aspek Teknis Menurut Ahli Media

Aspek Teknis	
Interval Skor	Kategori
$X > 54$	Sangat Layak
$45 < X \leq 54$	Layak
$35 < X \leq 45$	Cukup Layak
$26 < X \leq 35$	Tidak Layak
$X \leq 26$	Sangat Tidak Layak

Tabel 22. Kategori Kelayakan Keseluruhan Aspek Menurut Ahli Media

Keseluruhan Aspek	
Interval Skor	Kategori
$X > 82$	Sangat Layak
$67 < X \leq 82$	Layak
$53 < X \leq 67$	Cukup Layak
$38 < X \leq 53$	Tidak Layak
$X \leq 38$	Sangat Tidak Layak

Tabel 23. Saran Ahli Media

No	Ahli Media	Saran
1	Ahli Media 1	<ul style="list-style-type: none"> • Latak kamera dibuat supaya lebih baik dalam menangkap gambar • Langkah perakitan agar diperjelas • Gambar rangkaian agar diperjelas jalur (nama jalur)
2	Ahli Media 2	<ul style="list-style-type: none"> • Tampilan medianya dibuat menarik bagi proses pembelajaran • Modul I/O agar dibuat lebih mudah dalam koneksinya

Berdasarkan hasil validasi media pembelajaran menurut ahli media satu pada aspek keindahan mendapatkan skor total sebesar 27, aspek teknis mendapatkan skor total sebesar 60, dan keseluruhan aspek mendapatkan skor total 87. Sedangkan menurut ahli media dua pada aspek keindahan mendapatkan skor total sebesar 23, aspek teknis mendapatkan skor total sebesar 50, dan keseluruhan aspek mendapatkan skor total 73. Dari hasil validasi yang dilakukan oleh kedua ahli media tersebut mendapatkan skor rata-rata 25 untuk aspek

keindahan dan skor rata-rata 55 untuk aspek teknis dan skor rata-rata 80 untuk keseluruhan aspek.

Skor rata-rata yang diperoleh dari pengujian kelayakan media pembelajaran yang dilakukan oleh kedua ahli media selanjutnya dikonversi kedalam tabel kategori kelayakan yang ditunjukkan pada tabel 24, 25 dan 26. Berdasarkan tabel kategori kelayakan dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata 25 pada aspek keindahan berada pada kategori “Layak” dengan persentase sebesar 78,13%, skor rata-rata 55 pada aspek teknis berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase sebesar 85,94% dan skor rata-rata 80 pada keseluruhan aspek berada pada kategori “Layak” dengan persentase sebesar 83,33%. Data hasil dari analisis kelayakan media pembelajaran berdasarkan ahli materi dapat dilihat pada lampiran 6.

3. Analisa Data Hasil Pengguna

a. Analisa Data Hasil Reliabilitas Instrumen

Pengujian reliabilitas instrumen untuk pengguna atau peserta didik berupa kuesioner dengan menggunakan rumus Alpha Croanbach dengan bantuan aplikasi Microsoft Excel. Data pengujian reliabilitas dapat dilihat pada lampiran 6. Hasil pengujian reliabilitas instrument dapat dilihat pada tabel 24.

Berdasarkan hasil pengujian reliabilitas instrument pengguna dengan 26 responden didapatkan nilai reliabilitas sebesar 0,786. Hasil tersebut berdasarkan tabel kategori koefisien reliabilitas pada tabel 9 dapat disimpulkan berada pada kategori “Tinggi”

Tabel 24. Hasil Pengujian Reliabilitas Instrumen Pengguna

Responden	Butir Pertanyaan																										$\sum x_2$	$\sum x_2^2$		
	Aspek Edukatif													Aspek Keindahan							Aspek Teknis									
1	4	3	4	4	4	4	4	7	8	4	9	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	95	9025
2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	97	9409
3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	95	9025
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	98	9604
5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	91	8281
6	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	96	9216
7	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	93	8649
8	4	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	93	8649
9	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	3	3	3	4	4	4	86	7396	
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	2	3	3	3	3	3	76	5776
11	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	93	8649	
12	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	88	7744	
13	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	81	6561	
14	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	86	7396	
15	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3	4	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	85	7225	
16	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	95	9025	
17	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	97	9409	
18	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	2	2	3	3	2	2	4	3	4	2	4	4	3	3	84	7056		
19	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	4	3	4	84	7056		
20	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	85	7225		
21	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	85	7225		
22	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	94	8836		
23	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	94	8836		
24	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	91	8281		
25	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	93	8649		
26	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	94	8836		
$\sum X_i$	96	93	95	94	96	93	96	89	90	90	93	88	84	90	88	85	83	81	95	85	93	84	89	90	95	94	2349	213039		
$\sum x_i^2$	360	339	353	346	360	339	360	313	322	318	339	308	284	320	306	287	275	263	353	285	339	282	311	318	365	346				
N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26				
S_i	0.21	0.24	0.23	0.24	0.21	0.24	0.21	0.32	0.40	0.25	0.24	0.39	0.49	0.33	0.31	0.35	0.39	0.41	0.23	0.27	0.24	0.41	0.24	0.25	0.30	0.24	7.65			
S_t	31.38																													
r_{11}	0.786																													
r_{tabel}	0.38																													
Status	reliabel																													
t_{tabel}	2.064																													

b. Analisa Data Hasil Pengujian Pengguna

Hasil validasi kelayakan media pembelajaran menurut pengguna atau peserta didik yang dilaksanakan pada tanggal 20 Juli 2019 dengan 26 responden yaitu mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika. Data hasil pengujian menurut pengguna dapat dilihat paa tabel 25 dan lampiran 6.

Berdasarkan hasil pengujian kelayakan media pembelajaran menurut pengguna mendapatkan hasil rata-rata 46,04 untuk aspek edukatif, 23,35 untuk aspek keindahan atau estetika, dan 20,96 untuk aspek. Berdasarkan total hasil pengujian kelayakan diperoleh rata-rata skor sebesar 90,35 untuk keseluruhan aspek.

Tabel 25. Hasil Pengujian Pengguna

Responden	Butir Pertanyaan																										Jumlah			Jumlah Total
	Aspek Edukatif													Aspek Keindahan						Aspek Teknis							Aspek Edukatif	Aspek Keindahan	Aspek Teknis	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
1	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	50	23	22	95
2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	50	26	21	97	
3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	4	48	25	22	95
4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	49	27	22	98
5	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	47	23	21	91
6	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	49	25	22	96
7	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	46	25	22	93
8	4	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	45	25	23	93
9	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	3	3	3	4	4	45	21	20	86
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	2	3	3	3	3	39	20	17	76
11	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	47	25	21	93
12	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	45	24	19	88
13	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	36	25	20	81
14	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	45	21	20	86
15	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	3	4	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	42	23	20	85
16	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	48	24	23	95
17	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	50	26	21	97
18	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	2	2	3	3	2	2	4	3	4	2	4	4	3	3	45	19	20	84
19	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	4	3	4	46	19	19	84
20	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	47	20	18	85
21	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	45	21	19	85
22	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	48	23	23	94
23	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	48	24	22	94
24	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	43	26	22	91
25	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	47	23	23	93
26	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	47	24	23	94
Jumlah skor yang diperoleh																										1197	607	545	2349	
Jumlah skor yang diharapkan																										1352	728	624	2704	
Rata-rata																										46.04	23.35	20.96	90.35	
Persentase (%)																										88.54	83.38	87.34	86.87	
Kategori Kelayakan																										Sangat Layak	Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	

Tabel 26. Kategori Kelayakan Aspek Edukatif Menurut Pengguna

Aspek Edukatif	
Interval Skor	Kategori
$X > 44$	Sangat Layak
$36 < X \leq 44$	Layak
$29 < X \leq 36$	Cukup Layak
$21 < X \leq 29$	Tidak Layak
$X \leq 21$	Sangat Tidak Layak

Tabel 27. Kategori Kelayakan Aspek Keindahan Menurut Pengguna

Aspek Keindahan	
Interval Skor	Kategori
$X > 24$	Sangat Layak
$20 < X \leq 24$	Layak
$15 < X \leq 20$	Cukup Layak
$11 < X \leq 15$	Tidak Layak
$X \leq 11$	Sangat Tidak Layak

Tabel 28. Kategori Kelayakan Aspek Teknis Menurut Pengguna

Aspek Teknis	
Interval Skor	Kategori
$X > 20$	Sangat Layak
$17 < X \leq 20$	Layak
$13 < X \leq 17$	Cukup Layak
$10 < X \leq 13$	Tidak Layak
$X \leq 10$	Sangat Tidak Layak

Tabel 29. Kategori Kelayakan Aspek Edukatif Menurut Pengguna

Keseluruhan Aspek	
Interval Skor	Kategori
$X > 88$	Sangat Layak
$73 < X \leq 88$	Layak
$57 < X \leq 73$	Cukup Layak
$42 < X \leq 57$	Tidak Layak
$X \leq 42$	Sangat Tidak Layak

Skor rata-rata yang diperoleh dari pengujian kelayakan media pembelajaran yang dilakukan oleh pengguna selanjutnya dikonversi kedalam tabel kategori kelayakan yang ditunjukkan pada tabel 27, 28, 29, dan 30. Berdasarkan tabel kategori kelayakan dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata 46,04 pada aspek Edukatif berada pada kategori "Sangat Layak" dengan persentase sebesar 88,54%, skor rata-rata 23,35 pada aspek Keindahan berada pada kategori "Layak" dengan persentase sebesar 83,38%, skor rata-rata 20,96 pada aspek teknis berada pada kategori "Sangat Layak" dengan persentase sebesar 87,34% dan skor rata-rata 90,35 pada keseluruhan aspek berada pada kategori "Sangat Layak" dengan persentase sebesar 86,87%. Data hasil dari analisis kelayakan media pembelajaran berdasarkan ahli materi dapat dilihat pada lampiran 6.

D. Revisi Produk

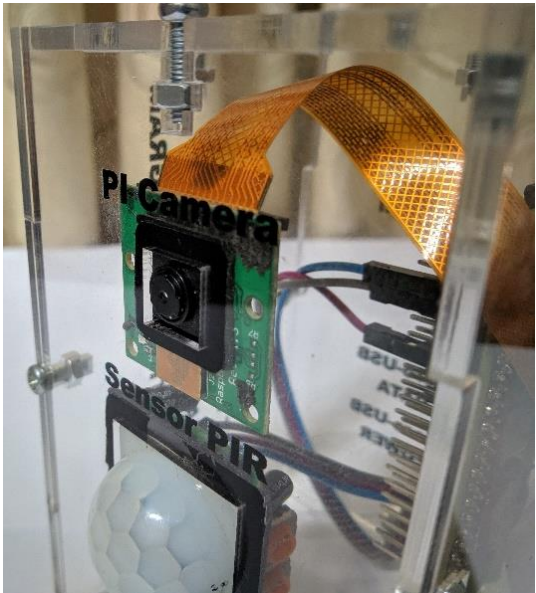
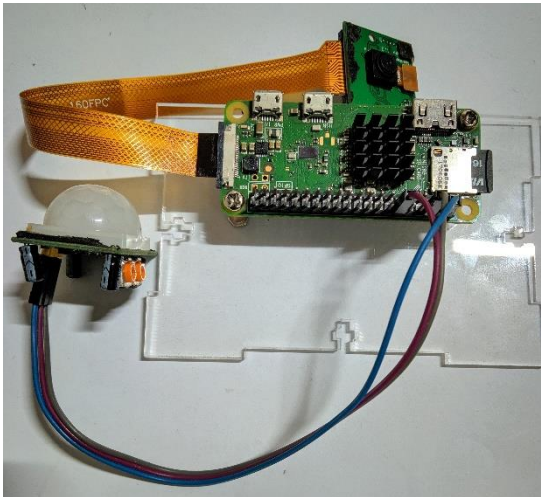
Berdasarkan hasil validasi terhadap media pembelajaran berdasarkan aspek materi dan aspek media yang dilakukan ahli, kemudian dilakukan perbaikan sesuai dengan saran yang diberikan.

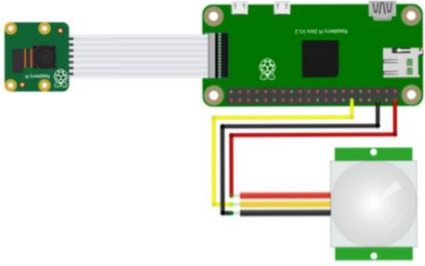


1. Revisi Media Pembelajaran

Saran dari hasil validasi terhadap media pembelajaran berdasarkan aspek media adalah: (1) Letak kamera dibuat supaya lebih baik dalam menangkap gambar, (2) Langkah perakitan agar diperjelas, (3) Gambar rangkaian agar diperjelas jalur (nama jalur), (4) Tampilan medianya dibuat menarik bagi proses pembelajaran, dan (5) Modul I/O agar dibuat lebih mudah dalam koneksinya. Berdasarkan saran yang telah diberikan kemudian ditindaklanjuti dengan

dilakukan perbaikan yaitu: (1) Memperbaiki letak kamera agar lebih baik dalam menangkap gambar, (2) Memperjelas dalam langkah-langkah perakitan, (3) Memperjelas jalur dalam gambar rangkaian media pembelajaran, (4) Memperbaiki tampilan media agar lebih menarik bagi proses pembelajaran, dan (5) Memperbaiki letak Modul I/O agar mudah dalam melakukan koneksi.

Tabel 30. Revisi Media Pembelajaran

Revisi	Hasil
Memperbaiki letak kamera agar lebih baik dalam menangkap gambar	
Memperjelas dalam langkah-langkah perakitan	

Revisi	Hasil
<p>Memperjelas jalur dalam gambar rangkaian media pembelajaran</p>	
<p>Memperbaiki tampilan media agar lebih menarik bagi proses pembelajaran</p>	
<p>Memperbaiki letak Modul I/O agar mudah dalam melakukan koneksi.</p>	

2. Revisi Buku Panduan

Saran dari hasil validasi terhadap media pembelajaran berdasarkan aspek materi pada buku panduan adalah penjelasan mengenai komponen perlu ditambah, bisa diletakkan manual atau di labsheet, misal perbedaan jenis-jenis Raspberry. Berdasarkan saran yang telah diberikan kemudian ditindaklanjuti dengan dilakukan perbaikan dengan memberikan penjelasan mengenai jenis-jenis model dari mikrokontroler raspberry pi.

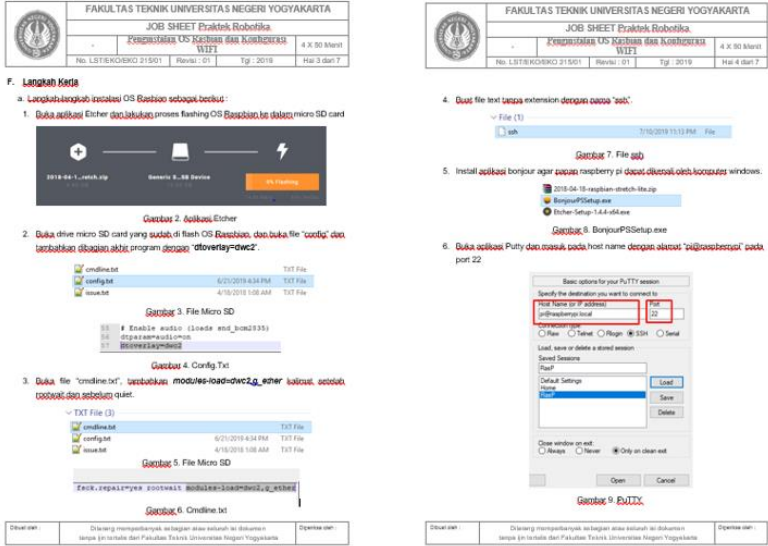
Tabel 31. Revisi Buku Panduan


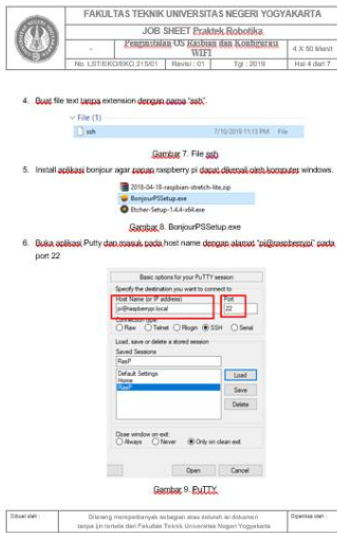
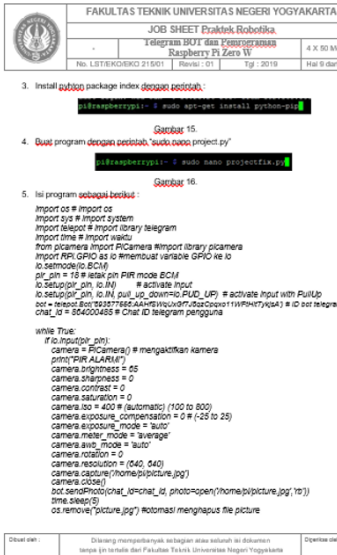
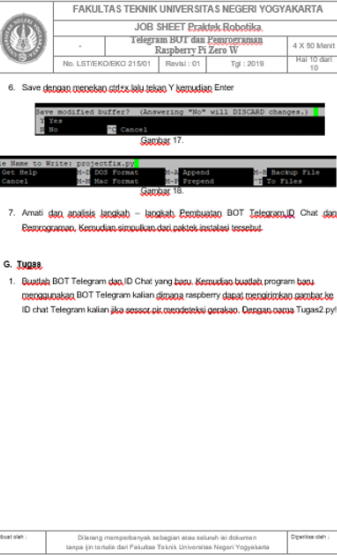
Revisi	Hasil
Penjelasan mengenai komponen perlu ditambah, bisa diletakkan manual atau di labsheet, misal perbedaan jenis-jenis Raspberry	<p>2. <u>Mikrokontroler Raspberry Pi</u></p> <p>Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (<i>single-board computer</i>) atau SBC berukuran kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Raspberry Pi sendiri menggunakan SoC (System-on-a-chip) ARM yang dikemas dan diintegrasikan di atas PCB. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk booting dan penyimpanan jangka panjang. (Agfianto, 2012). Raspberry Pi mempunyai input output digital port seperti pada board microcontroller. Produk dan Raspberry Pi saat ini memiliki banyak varian meliputi Raspberry Pi Zero, Raspberry Pi Zero W, Raspberry Pi 1 Model A+, Raspberry Pi 1 Model B+, Raspberry Pi 2 Model B, Raspberry Pi 3 Model B, Raspberry Pi 3 Model B+, Raspberry Pi 3 Model A+ dan Raspberry Pi 4 Model B.</p> <p>Raspberry Pi Zero memiliki ukuran setengah dari model A+ dengan utilitas dua kali lipat dengan harga yang cukup terjangkau untuk proyek apapun. Raspberry Pi Zero W menambah keluarga dari Pi Zero dengan dilengkapi tambahan wireless LAN dan koneksi Bluetooth. Model A + adalah varian berbiaya rendah dari Raspberry Pi. Itu menggantikan Model A asli pada November 2014. Model B + adalah revisi terakhir dari Raspberry Pi asli. Itu menggantikan Model B pada Juli 2014 dan digantikan oleh Raspberry Pi 2 Model B. The Raspberry Pi 2 Model B is the second-generation Raspberry Pi. It replaced the original Raspberry Pi 1 Model B+ in February 2015. Raspberry Pi 3 Model B adalah komputer papan tunggal dengan LAN nirkabel dan konektivitas</p>

3. Revisi Jobsheet

Saran dari hasil validasi terhadap media pembelajaran berdasarkan aspek materi pada jobsheet: (1) labsheet perlu disempurnakan langkah-langkah kerja diperjelas, (2) tugas pada labsheet sebaiknya berupa tugas pengembangan dari apa yang telah dicapai di labsheet sebelumnya, (3) petunjuk dibuat lebih detail, (4) langkah kerja labsheet dibuat untuk mencapai tujuan, dan (5) buat tabel hasil pengamatan untuk mengecek hasil praktik mahasiswa.

Tabel 32. Revisi Jobsheet

Revisi	Hasil
<p>Labsheet perlu disempurnakan langkah-langkah kerja diperjelas</p>	 <p>F. Langkah Kerja</p> <p>a. Langkah-langkah instalasi OS Raspbian sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Buka aplikasi Etcher dan lakukan proses flashing OS Raspbian ke dalam micro SD card 2. Buka drive micro SD card yang sudah di flash OS Raspbian, dan buka file "config" dan tentukan lokasi alamat program dengan "dtoverlay=pi2-usb-ethernet". 3. Buka file " cmdline.txt", tentukan " module=load-dwc2g_ether" ke lokasi, setelah selesai dan selesai quiet. 4. Buka file " cmdline.txt", tentukan " module=load-dwc2g_ether" ke lokasi, setelah selesai dan selesai quiet. 5. Buka file " cmdline.txt", tentukan " module=load-dwc2g_ether" ke lokasi, setelah selesai dan selesai quiet. 6. Buka file " cmdline.txt", tentukan " module=load-dwc2g_ether" ke lokasi, setelah selesai dan selesai quiet. <p>G. Tugas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instal OS Raspbian ke micro SD yang baru. Masukkan ke pemrograman Raspberry dan Rubahlah Konfigurasi WIFInya. Sambungkan Ke Hotspot portable masing – masing.
<p>Tugas pada labsheet sebaiknya berupa tugas pengembangan dari apa yang telah dicapai di labsheet sebelumnya</p>	

Revisi	Hasil
Petunjuk dibuat lebih detail	<div>   </div>
Langkah kerja labsheet dibuat untuk mencapai tujuan	<div>   </div>
Buat tabel hasil pengamatan untuk mengecek hasil praktik mahasiswa	<div> <p>7. Amati dan analisis langkah – langkah Pembuatan BOT Telegram.ID Chat dan Pemrograman, Kemudian simpulkan dari paktek instalasi tersebut.</p> </div>

E. Kajian Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan adalah *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis *raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika. Perangkat *spy cam* berbasis *raspberry pi* terdiri dari komponen Raspberry Pi Zero W, sensor PIR (*Passive Infra Red*), dan Modul Camera Pi Camera. Perancangan *box casing* perangkat *spy cam* menggunakan bantuan aplikasi Corel Draw. Bagian *box casing* dari perangkat *spy cam* menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm sehingga proses pembuatannya dibantu dengan mesin *cutting laser* yang telah dirancang menggunakan aplikasi Corel Draw.

Sebagai mikroprosesor yang mengatur semua proses yang akan dilakukan digunakan Raspberry Pi Zero W. Sebagai pendeteksi adanya suatu gerakan digunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*). Modul Camera Pi Camera akan mengambil gambar atau foto kondisi saat itu berdasarkan kepekaan dan jangkauan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dalam mendeteksi suatu gerakan. Data yang berupa gambar atau foto kondisi ruangan yang di tangkap oleh Pi Camera dengan format .jpg akan dikirimkan ke akun telegram pemilik atau pengguna dengan catatan alat harus terhubung dengan koneksi wifi yang memiliki konektifitas internet.

F. Pembahasan Hasil Penelitian

1. Hasil pengembangan prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika.

Pengembangan prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika dikembangkan dengan model pengembangan ADDIE. Langkah-langkah pengembangan model ADDIE meliputi *analyze* (menganalisa), *design* (perencanaan), *develop* (mengembangkan), *implement* (menjalankan), *evaluate* (evaluasi).

Tahap pertama adalah menganalisa yang dilakukan dengan melakukan observasi berupa tanya jawab dengan dosen pengampu dan mahasiswa mata kuliah robotika. Observasi dilakukan untuk mendapatkan permasalahan dan kesenjangan kinerja. Hasil pada tahap analisa selanjutnya digunakan di tahap kedua yaitu perencanaan. Tahap perencanaan meliputi penyusunan materi yang sesuai dengan kompetensi, menentukan rancangan awal produk, dan membuat instrumen tes. Tahap selanjutnya adalah mengembangkan yaitu untuk menghasilkan dan menguji produk. Tahap mengembangkan dimulai dari analisis kebutuhan, merancang desain produk, proses pembuatan produk sampai hasil jadi produk, kemudian melakukan pengujian produk. Pengujian produk pada tahap ini meliputi pengujian *black box*, pengujian kelayakan materi pada media pembelajaran oleh ahli materi dan pengujian kelayakan perangkat sebagai media pembelajaran oleh ahli media. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan media pembelajaran layak digunakan pada tahap selanjutnya yaitu digunakan oleh peserta didik atau pengguna. Hasil dari pengujian pada tahap ini menunjukkan

media pembelajaran layak digunakan pada pengujian tahap selanjutnya dengan revisi perbaikan. Tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan media pembelajaran digunakan pada kondisi nyata yaitu pada proses pembelajaran. Implementasi media pembelajaran dilaksanakan pada tanggal 20 Juli 2019 dengan 26 responden yaitu mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mekatronika. Tahap terakhir adalah evaluasi. Pada tahap evaluasi ini peneliti menggunakan tiga langkah yaitu, memilih kriteria evaluasi, memilih alat evaluasi, dan melakukan evaluasi. Alat evaluasi yang digunakan oleh peneliti adalah instrument angket.

Hasil pengembangan media pembelajaran yang dikembangkan meliputi perangkat *spy cam* berbasis raspberry pi dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger*, buku panduan dan jobsheet. Perangkat Spy Cam berbasis Raspberry Pi terdiri dari komponen Raspberry Pi Zero W, sensor PIR (*Passive Infra Red*), dan Modul Camera Pi Camera. Sebagai mikroprosesor yang mengatur semua proses yang akan dilakukan digunakan Raspberry Pi Zero W. Perancangan *box casing* perangkat *spy cam* menggunakan bantuan aplikasi Corel Draw. Bagian *box casing* dari perangkat *spy cam* menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm sehingga proses pembuatannya dibantu dengan mesin cutting laser yang telah dirancang menggunakan aplikasi Corel Draw. Sebagai pendeteksi adanya suatu gerakan digunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*). Modul Camera Pi Camera akan mengambil gambar atau foto kondisi saat itu berdasarkan kepekaan dan jangkauan sensor PIR (*Passive Infra Red*) dalam mendeteksi suatu gerakan. Data yang berupa gambar atau foto kondisi ruangan yang di tangkap oleh Pi Camera dengan format .jpg akan dikirimkan ke akun telegram pemilik atau pengguna dengan catatan alat harus terhubung dengan koneksi wifi yang memiliki konektifitas internet.

Media pembelajaran dilengkapi dengan buku panduan dan jobsheet. Buku panduan media pembelajaran digunakan sebagai panduan dalam proses pembelajaran robotika. Isi dari buku panduan terdiri dari dua bagian. Bagian pertama berisi pengenalan yang terdiri dari profil tugas akhir skripsi, kajian teori, pengenalan alat, fitur alat, daftar perangkat yang digunakan dan bagian-bagian dari media pembelajaran robotika. Bagian kedua berisi petunjuk pengoperasian yang terdiri dari persiapan dan pemrograman yang harus dilakukan. Jobsheet pada praktik robotika dengan menggunakan media pembelajaran menggunakan dua jobsheet. Pada jobsheet pertama diharapkan mahasiswa mampu untuk menjelaskan komponen-komponen dari purwarupa spy cam berbasis raspberry pi. Sedangkan pada jobsheet kedua diharapkan agar mahasiswa mampu membuat dan menjalankan program raspberry pi dengan sensor PIR dan pi camera dihubungkan ke telegram bot.

Pengembangan media pembelajaran *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika yang telah dilakukan oleh peneliti selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Arif Nugroho (2016) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan Mobile Robot Manipulator Berbasis Komunikasi Data Wi-Fi dengan Protokol TCP/IP". Hasil penelitiannya adalah terciptanya media pembelajaran berbasis raspberry pi dengan prosedur pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan *Research and Development* dengan tahapan dimulai dari *analyze* (menganalisa), *design* (perencanaan), *develop* (mengembangkan), *implement* (menjalankan), *evaluate* (evaluasi)

2. Unjuk kerja prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika.

a. Pembahasan Data Tegangan

Pengujian tegangan mendapatkan hasil bahwa alat secara keseluruhan mendapatkan cukup catu daya untuk beroperasi dengan baik. Tegangan catu daya berada pada batas kerja ideal pada rentang 4,8 – 5 Volt. Data hasil pengujian tegangan dapat dilihat pada tabel 11.

b. Pembahasan Jarak Jangkauan Sensor PIR

Pengujian jarak sensor PIR mendapatkan hasil bahwa sensor pir dapat mendeteksi pergerakan obyek dengan baik sampai dengan jarak ideal 4 meter. Data hasil pengujian jarak jangkauan sensor PIR dapat dilihat pada tabel 12.

c. Pembahasan Modul Pi Cam

Pengujian modul kamera pada alat mendapatkan hasil bahwa kamera mampu melakukan proses perekaman gambar foto dengan baik sesuai dengan respon sensor pir dalam mendeteksi gerakan. Data hasil pengujian modul pi cam dapat dilihat pada tabel 13.

d. Pembahasan Respon Bot Telegram

Pengujian respon bot telegram mendapatkan hasil bahwa bot telegram dapat dengan baik beroperasi mengirimkan dan menerima data dari hasil rekaman gambar foto untuk dapat masuk pada akun telegram user. Data hasil pengujian respon bot telegram dapat dilihat pada tabel 14.

e. Pembahasan Sudut Sensitivitas Sensor PIR

Pengujian sudut sensitivitas sensor PIR mendapatkan hasil bahwa sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan obyek dengan baik pada sudut tertentu. Untuk mengetahui sudut optimal sensor PIR dalam mendeteksi pergerakan, maka dilakukan dengan membuat pergerakan dengan jarak 2 meter dari sensor PIR dengan berbagai sudut. Berdasarkan pengujian diperoleh data bahwa sensor PIR dapat optimal dalam mendeteksi pergerakan pada sudut 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135° untuk posisi horizontal dan sudut 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135°, 150° untuk posisi vertikal. Data hasil pengujian sudut sensitivitas sensor PIR dapat dilihat pada tabel 15.

f. Pembahasan Unjuk Kerja Fungsional Media Pembelajaran

Pengujian fungsional menunjukkan bahwa secara keseluruhan semua perangkat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing dalam menunjang unjuk kerja alat dalam mendeteksi gerakan dan mengambil gambar foto serta mengirimkannya ke akun telegram user.

3. Tingkat kelayakan prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi dengan notifikasi aplikasi telegram messenger sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika

Tingkat kelayakan dari media pembelajaran robotika berdasarkan aspek media pembelajaran dan materi media pembelajaran diukur dengan menggunakan instrument angket. Pengujian dilakukan kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna. Instrumen angket media pembelajaran berdasarkan aspek materi berisi aspek edukatif. Instrumen angket media pembelajaran berdasarkan aspek media

berisi aspek keindahan atau estetika perangkat dan aspek teknis perangkat. Instrumen angket media pembelajaran kepada peserta didik mencakup aspek edukatif, aspek keindahan atau estetika perangkat dan aspek teknis perangkat.

Hasil pengujian kelayakan terhadap media pembelajaran yang dilakukan oleh ahli materi mendapatkan skor sebesar 73 menurut ahli materi 1, skor sebesar 66 menurut ahli materi 2, dan skor rata-rata sebesar 69,5 yang berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase sebesar 86,88%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis raspberry pi dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika ditinjau dari materi pembelajaran berada pada kategori “Sangat Layak”.

Tabel 33. Data Hasil Validasi Media Pembelajaran kepada Ahli Materi

No	Ahli	Skor
1	Ahli Materi 1	73
2	Ahli Materi 2	66
Jumlah Skor		139
Rata-rata Skor		69.5
Persentase (%)		86,88
Kategori Kelayakan		Sangat Layak

Hasil pengujian kelayakan terhadap media pembelajaran yang dilakukan oleh ahli media mendapatkan skor rata-rata sebesar 25 untuk aspek keindahan berada pada kategori “Layak” dengan persentase 78,13%, skor rata-rata sebesar 55 untuk aspek teknis berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 85,94% dan skor rata-rata sebesar 80 untuk keseluruhan aspek berada pada kategori “Layak” dengan persentase 83,33%.

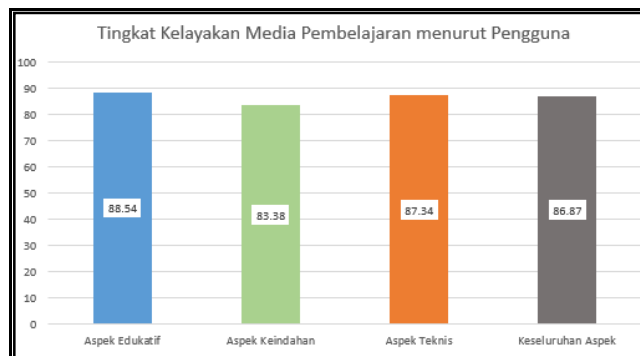
Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis *raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika ditinjau dari media pembelajaran berada pada kategori “Layak”.

Tabel 34. Data Hasil Validasi Media Pembelajaran kepada Ahli Media

No	Ahli	Aspek Keindahan	Aspek Teknis	Jumlah Total
1	Ahli Media 1	27	60	87
2	Ahli Media 2	23	50	73
Jumlah Skor		50	110	160
Rata-rata Skor		25	55	80
Persentase (%)		78,13	85,94	83,33
Kategori Kelayakan		Layak	Sangat Layak	Layak

Hasil pengujian kelayakan terhadap media pembelajaran yang dilakukan oleh pengguna mendapatkan skor rata-rata sebesar 45,83 untuk aspek edukatif berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 88,14%, skor rata-rata sebesar 24,13 untuk aspek keindahan berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 86,19, skor rata-rata sebesar 20,67 untuk aspek teknis berada pada kategori “Sangat Layak”, dan skor rata-rata sebesar 90,63 untuk keseluruhan aspek berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase 87,15%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kelayakan *prototype* rancang bangun alat keamanan *spy cam* berbasis *raspberry pi* dengan notifikasi aplikasi *telegram messenger* sebagai media pembelajaran pada mata kuliah robotika menurut pengguna berada pada kategori “Sangat Layak”.



Gambar 38. Tingkat Kelayakan Media Pembelajaran menurut Pengguna

G. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan media pembelajaran menggunakan prototype rancang bangun alat keamanan spy cam berbasis mikrokontroler raspberry pi cam dengan notifikasi aplikasi telegram messenger belum bisa dikatakan sempurna. Keterbatasan media pembelajaran yaitu program yang belum bisa di jalankan secara otomatis jika media dihubungkan dengan daya (5 Volt). Kualitas hasil dalam pengambilan gambar masih kurang baik, karena hanya menggunakan kamera 2 MP.